

Analisis Karakteristik Emisi Gas Buang Pada Sarana Transportasi Roda Dua Kota Banda Aceh

Jalaluddin¹⁾, Asri Gani²⁾, Darmadi²⁾

¹⁾ Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Syiah Kuala
Jl. Tgk. Syech Abdurrauf No. 7 Darussalam, Banda Aceh 23111 Indonesia
Email: jalal_adila@yahoo.com

²⁾ Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Syiah Kuala
Jl. Tgk. Syech Abdurrauf No. 7 Darussalam, Banda Aceh 23111 Indonesia

Abstract

The study was conducted to measure exhaust emissions and describe the level of air pollution from motorcycles operating in Banda Aceh and surrounding areas. The measurement of exhaust emissions is done when the engine starts with the average gas pressure between 3000 - 4000 rpm and the motorcycle is in stationary condition, as well as air conditioning in the cabin is off. The measurement parameter is Carbon Dioxide CO₂ (%), Carbon Monoxide CO (mg/m³), Nitrogen Dioxide NO₂ (mg/m³), and Sulfur Dioxide SO₂ (mg/m³) and the emission gauge used is Quintox flue Gas Analyzer. Based on the results of the study of the level of CO₂ produced by motorcycles of various cylinder capacities are 12 % below quality standards. The level of O₂ generated in the combustion process of the motorcycles is far above 2% and 1050mg/m³ of SO₂. The level of SO₂ exhausted is 2% above the quality standard of SO₂ set in the Regulation of the Minister of Environment , which is 800 mg/m³ .

Keywords: air quality , emission and exhaust gas

1. Pendahuluan

Transportasi merupakan salah satu elemen penting dari suatu daerah perkotaan. Fasilitas transportasi memiliki potensi untuk mengendalikan arah dan besarnya perkembangan kota, baik dalam sektor perekonomian maupun sektor lainnya. Keberhasilan pembangunan suatu kota tidak lepas dari prasarana transportasi yang nyaman, lancar, teratur, ekonomis serta ramah lingkungan.

Transportasi perkotaan dan industri merupakan kegiatan yang berpotensi mempengaruhi perubahan kualitas udara perkotaan dibandingkan dengan sektor lainnya. Kendaraan yang menjadi alat transportasi dalam konteks pencemaran udara dikelompokkan sebagai sumber pencemaran yang bergerak. Dengan karakteristik yang demikian, emisi dari sumber kendaraan ini akan mempunyai suatu pola penyebaran spesial yang meluas. Faktor perencanaan sistem transportasi sangat mempengaruhi penyebaran pencemaran yang diemisikan mengikuti jalur-jalur transportasi yang direncanakan. Sementara itu, kegiatan di sektor industri dapat dikelompokkan sebagai sumber pencemaran tidak bergerak.

Gas buang sektor transportasi (kendaraan bermotor roda dua) merupakan sumber polusi udara yang utama di kawasan perkotaan. Emisi kendaraan bermotor disebabkan oleh perilaku mengemudi dan kondisi lingkungan. Emisi kendaraan bermotor akan berbeda dari satu daerah dengan daerah lainnya

dikarenakan adanya perbedaan atau variasi desain jalan serta kondisi lalu-lintas [1].

Beberapa penelitian telah dilakukan untuk mengestimasi besarnya polutan udara yang dihasilkan oleh kendaraan bermotor di beberapa kota besar. Penelitian yang dilakukan oleh Hoglund, *et al.* [2] menyimpulkan bahwa hasil yang diperoleh pada suatu lokasi tertentu sulit untuk menyamaratakannya sehingga kajian harus dilakukan berdasarkan kasus khusus dengan bentuk jalan maupun simpangan jalan berbeda yang dikarenakan intensitas berbeda di sepanjang waktu.

Penelitian yang dilakukan oleh Liu, *et al.* [1] telah berhasil membandingkan emisi kendaraan bermotor di Beijing dan Shanghai yang hasilnya menunjukkan bahwa perbedaan emisi yang dihasilkan oleh kendaraan bermotor di kedua kota besar di China tersebut terjadi karena perbedaan kebijakan dalam bidang manajemen transportasi antar kedua kota tersebut.

Emisi kendaraan bermotor berbeda antara satu daerah dengan daerah lainnya disebabkan oleh perbedaan desain jalan maupun kondisi lalu lintas [3]. Besarnya emisi kendaraan bermotor di jalan dipengaruhi oleh tiga faktor yaitu *volume* total kendaraan bermotor, karakteristik kendaraan bermotor, kondisi umum lalu lintas saat itu [4].

Luasnya pengaruh asap kendaraan terhadap udara di kota besar telah menjadi ancaman bagi kesehatan manusia. Dampak asap kendaraan

mengakibatkan kondisi tubuh menurun seperti tekanan darah tinggi, pusing, iritasi mata, gangguan jantung, memicu asma dan kanker paru-paru, batuk-batuk bahkan dapat mengurangi reproduksi dan gangguan fungsi ginjal [5].

Sumber emisi gas buang dari proses pembakaran bahan bakar motor menghasilkan gas buang yang secara teoritis mengandung unsur H_2O (air), HC (hidro karbon), gas CO (karbon monoksida), CO_2 (karbon dioksida), dan NO_x (senyawa nitrogen oksida), N_2 (nitrogen dioksida), serta SO_2 (sulfur dioksida).

Penelitian terhadap karakteristik emisi gas buang pada sarana transportasi Kota Banda Aceh menjadi sangat penting sebagai kajian ilmiah dan masukan bagi pemerintah daerah dalam membuat kebijakan regulasi kendaraan bermotor roda dua. Secara umum hasil penelitian ini memaparkan karakteristik pembakaran dan besarnya emisi gas buang yang dihasilkan, berdasarkan sistem pembakaran dan bahan bakar yang digunakan.

2. Metode Penelitian

2.1 Prosedur Pengujian

Penelitian ini dilaksanakan di beberapa fasilitas umum di Kota Banda Aceh yang dimulai dari bulan Juni sampai dengan Agustus 2010. Peralatan yang digunakan pada penelitian ini adalah *Quintox flue gas analyser*. Prosedur pengujian yang akan dilakukan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mesin kendaraan dipanaskan selama 15 menit,
2. Mesin diatur pada putaran dan pembebanan konstan sesuai dengan yang diinginkan,
3. Alat ukur "*Quintox flue gas analyzer*" kemudian dihidupkan dan biarkan sampai alat tersebut melakukan kalibrasi otomatis sampai sensornya menunjukkan angka nol,
4. Pengukuran emisi dilakukan dengan meletakkan ujung *probe* pada knalpot mesin kendaraan,
5. Hasil pengukuran diperoleh dalam beberapa menit yang muncul pada *handset (remote monitor)*,
6. Pengukuran dilakukan sampai dua kali pembacaan, masing-masing pada saat kendaraan normal dan kendaraan digas penuh.

2.2 Mekanisme Penelitian

Objek pengukuran emisi pada penelitian ini adalah kendaraan roda dua dengan sistem pembakaran dan bahan bakar berbeda yang dianalisis berdasarkan kapasitas mesin kendaraan. Jenis sarana transportasi yang diukur dikelompokkan sebagai berikut:

1. Kendaraan 4 Tak dengan kapasitas mesin 100 – 160 cc yang terdiri dari sepeda motor Type Yamaha (Jupiter MX dan Jupiter Z), Type Suzuki (Satria F, Spin, dan Shogun), dan Type Honda (Mega PRO, GL PRO, Karisma, Supra X, dan Supra Fit);
2. Kendaraan 2 Tak dengan kapasitas mesin 120 – 250 cc yang terdiri dari sepeda motor Type Suzuki (Satria), Type Kawasaki (Ninja) dan Type Vespa (PX);

3. Hasil dan Pembahasan

Pengukuran emisi gas buang kendaraan bermotor roda dua dilakukan secara langsung pada kendaraan dengan menggunakan alat pengukur emisi *Quintox flue gas analyzer*. Analisis yang dilakukan meliputi karakteristik pembakaran dan karakteristik emisi gas buang. Objek pengukuran adalah kendaraan roda dua dengan sistem pembakaran dan bahan bakar berbeda yang dianalisis berdasarkan kapasitas mesin kendaraan. Parameter yang diukur adalah Oksigen (%), Karbon Dioksida CO_2 (%), Karbon Monoksida CO (gr/m^3), Nitrogen Dioksida NO_2 (gr/m^3) dan Sulfur Dioksida SO_2 (gr/m^3).

3.1 Karakteristik Pembakaran

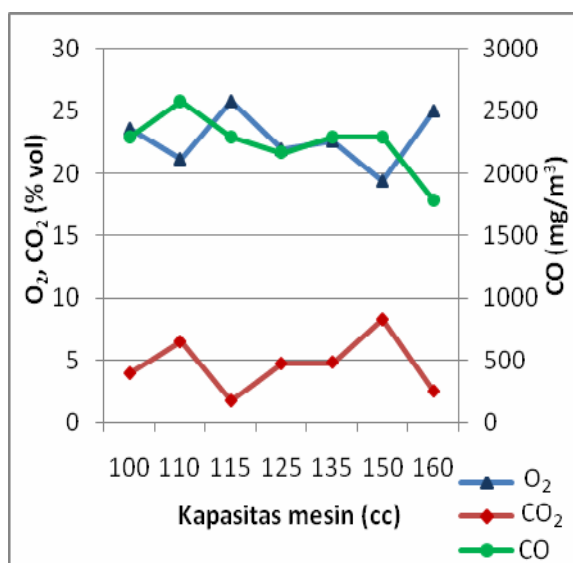
Hasil pengolahan data pada pengujian sepeda motor roda dua dibuat dalam bentuk grafik hubungan antara kapasitas mesin kendaraan berbagai merek dengan karakteristik pembakaran yang meliputi konsentrasi gas buang O_2 , CO_2 , dan CO yang diukur langsung pada lubang knalpot sepeda motor.

3.1.1 Sepeda Motor 4 Tak

Pengukuran karakteristik kendaraan roda dua mesin 4 tak dilakukan pada motor Yamaha jenis Jupiter MX dan Jupiter Z, motor Suzuki jenis Satria F, Spin dan Shogun, dan motor Honda jenis Mega PRO, GL PRO, Karisma, Supra X, Supra Fit. Karakteristik perbandingan gas hasil pembakaran terhadap kapasitas mesin yang berbeda dengan waktu pengukuran selama 1 menit diilustrasikan pada gambar 1.

Hasil pengukuran menunjukkan bahwa kandungan O_2 yang tertinggi diperoleh pada motor 160 cc yakni 25,8 % dibandingkan dengan motor 150 cc yang hanya 19,4 %. Namun nilai minimum yang dicapai masih jauh dari standar emisi O_2 yang nilainya tak boleh lebih dari 2% [6]. O_2 yang terlalu banyak keluar dari sisa gas buang menandakan proses pembakaran di mesin tidak efisien. Jika kelebihan, artinya ada kebocoran di sistem gas buang atau setelan bahan bakar terlalu irit. Kandungan O_2 yang berlebihan dalam gas buang mengidentifikasi bahwa pembakaran terjadi dalam kondisi campuran miskin, berarti hanya sebagian kecil dari oksigen

yang terbakar dan sebagian kecil pula bahan bakar yang terbakar.



Gambar 1. Karakteristik pembakaran pada kendaraan roda dua mesin 4 tak yang diukur selama 1 menit.

Kondisi seperti ini menyebabkan rendahnya kandungan CO₂ dalam gas buang menjadi rendah seperti yang terlihat pada gambar. Kandungan CO₂ menunjukkan hasil pembakaran di dalam mesin. Angka idealnya harus di atas 12-15% [6]. Semakin tinggi nilainya semakin baik pembakaran yang terjadi, artinya energi yang dibakar pun makin banyak.

Secara umum kandungan CO₂ yang dihasilkan pada kendaraan roda dua yang diuji untuk berbagai kapasitas silinder berada di bawah 12%. Hasil pengukuran ini memperlihatkan motor 150 cc menghasilkan kandungan CO₂ tertinggi, namun hanya mencapai 8,3 %. Hal ini menunjukkan ada beberapa hal yang tidak tepat dalam sistem pembakaran, seperti campuran bahan bakar dengan udara kurang tepat atau ruang bakar yang kotor.

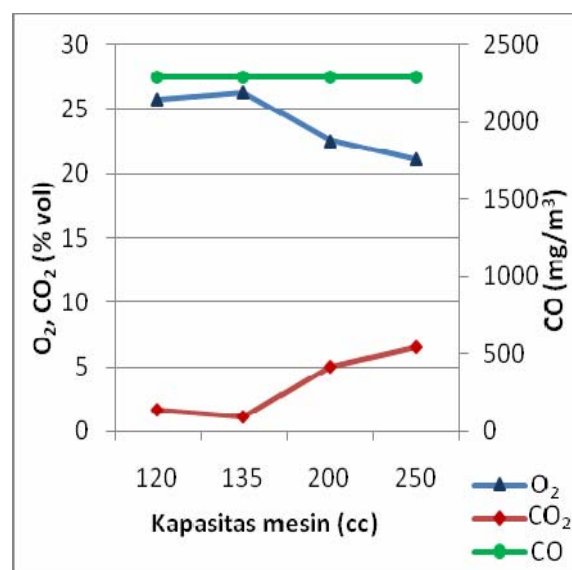
Emisi CO yang dihasilkan menunjukkan efisiensi pembakaran di dalam silinder. Gambar menunjukkan angka CO yang dihasilkan jauh di atas nilai standar kesehatan yang diijinkan yakni 10 mg/m³ [7]. Banyak kemungkinan yang bisa menyebabkan kondisi ini mulai dari karburator, injector, filter udara kotor, choke karburator penutup, hingga sampai kebocoran kompresi akibat klep [6].

Secara teoritis, semakin kecil kandungan CO semakin sempurna proses pembakarannya dan bensin semakin irit, ini menunjukkan bagaimana bahan bakar dan udara tercampur dan terbakar. Semakin tinggi kandungan CO semakin boros bensinnya, ini menunjukkan kurangnya udara dalam campuran. Secara tepat perbandingan jumlah udara yang masuk dengan dengan jumlah udara teoritis (λ) adalah 0,9-1,1. Dalam situasi seperti ini, menunjukkan bahwa campuran bensin udara sangat kurus sehingga

pembakaran menjadi tidak sempurna dan dapat mengakibatkan turunnya daya kendaraan [8].

3.1.2 Sepeda Motor 2 Tak

Karakteristik gas buang hasil pembakaran sepeda motor 2 tak ditampilkan pada Gambar 2 untuk beberapa kapasitas mesin yang berbeda. Pengukuran emisi kendaraan roda dua mesin 2 tak dilakukan pada motor Suzuki jenis Satria, Kawasaki jenis Ninja dan Vespa jenis PX dengan kapasitas silinder yang berbeda.



Gambar 2. Karakteristik pembakaran pada kendaraan roda dua mesin 2 Tak yang diukur selama 1 menit.

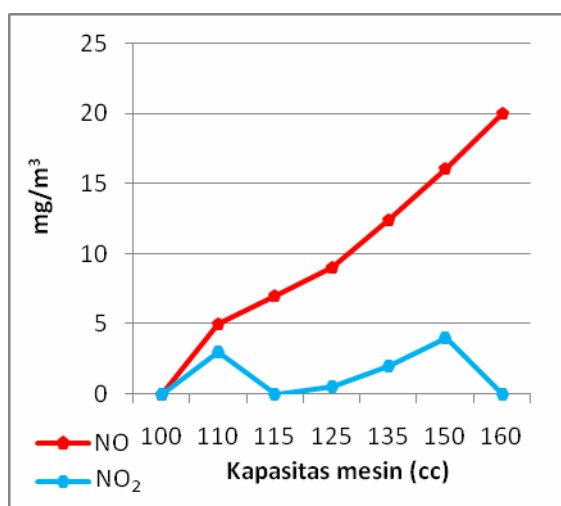
Hasil pengukuran menunjukkan bahwa kandungan CO₂ tertinggi pada mesin 2 tak dihasilkan oleh motor 250 cc. Fakta di atas menunjukkan semakin besar kapasitas mesin kendaraan semakin tinggi CO₂ yang dihasilkan dan berbanding terbalik dengan produk O₂ seperti disajikan pada Gambar 2. Besarnya kandungan O₂ yang dihasilkan berkisar antara 21-26,3 %. Nilai ini sedikit lebih tinggi dari nilai maksimum O₂ yang dihasilkan pada mesin 4 tak.

Karakteristik CO yang dihasilkan pada berbagai kapasitas mesin cenderung konstan. Namun nilainya masih cukup tinggi yakni berkisar 2291 mg/m³ dan jauh di atas baku mutu yang diijinkan. Nilai ini juga jauh di atas rata-rata kandungan CO yang dihasilkan oleh pembakaran mesin 4 tak yang berkisar pada angka 2000 mg/m³. Tingginya emisi CO dan rendahnya nilai kandungan CO₂ pada mesin 2 tak yang diuji disebabkan karena kurangnya oksigen untuk menghasilkan pembakaran yang tuntas dan sempurna karena hanya terjadi proses 2 tak pembakaran. Dari perbandingan dua mesin yang berkapasitas sama, terlihat bahwa 4 tak memang memiliki kandungan emisi yang sedikit lebih rendah dibandingkan 2 tak.

3.2 Karakteristik Emisi

3.2.1 Sepeda Motor 4 Tak

Emisi NO_x merupakan salah satu kontributor emisi pada kendaraan bermotor. Senyawa NO_x adalah ikatan kimia antara unsur nitrogen dan oksigen. Dalam kondisi normal atmosphere, nitrogen adalah gas inert yang amat stabil yang tidak akan berikatan dengan unsur lain. Tetapi dalam kondisi suhu tinggi dan tekanan tinggi dalam ruang bakar, nitrogen akan memecah ikatannya dan berikatan dengan oksigen. Di dalam sistem pembakaran gasoline, parameter NO_x diukur sebagai NO dan NO₂. Kandungan nitrogen monoksida NO dan nitrogen dioksida NO₂ yang dihasilkan emisi gas buang sepeda motor empat langkah ditampilkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Karakteristik emisi pada kendaraan roda dua mesin 4 tak yang diukur selama 1 menit.

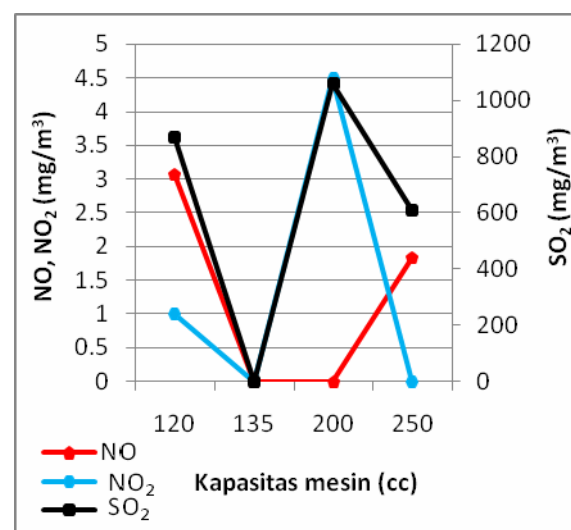
Nilai NO yang dihasilkan pada pembakaran meningkat dengan meningkatnya kapasitas mesin dengan harga yang lebih besar dari NO₂. Sedangkan kandungan NO₂ relatif bervariasi dengan kandungan di bawah 5 mg/m³. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa sepeda motor 4 tak yang diuji memiliki kandungan NO₂ jauh di atas standar kesehatan yang ditetapkan, yakni tidak melebihi 0.09 mg/m³ [7]. Tingginya konsentrasi senyawa NO₂ disebabkan karena tingginya konsentrasi oksigen ditambah dengan tingginya suhu ruang bakar.

Produksi NO dan NO₂ yang tinggi terutama pada kendaraan dengan kapasitas silinder besar disebabkan oleh banyaknya bahan bakar yang disemprotkan yang mengenai dinding ruang bakar, sehingga pada waktu di kompresi menyebabkan temperatur ruang bakar tinggi. Kenaikan temperatur di ruang bakar inilah yang menyebabkan tingginya konsentrasi NO₂. Emisi NO yang terjadi biasanya berbanding lurus dengan emisi NO₂ tetapi tidak menutup kemungkinan terjadi kondisi seperti di atas.

Pada pembakaran di dalam kendaraan bermotor, untuk menjaga agar konsentrasi NO_x tidak tinggi maka diperlukan kontrol secara tepat terhadap AFR dan suhu ruang bakar harus dijaga agar tidak terlalu tinggi. NO_x pada saat idle tidak melebihi 188.14 mg/m³. Apabila AFR terlalu kurus, timing pengapian yang terlalu tinggi atau sebab lainnya yang menyebabkan suhu ruang bakar meningkat, akan meningkatkan konsentrasi NO_x. Tumpukan kerak karbon yang berada di ruang bakar juga akan meningkatkan kompresi mesin dan dapat menyebabkan timbulnya titik panas yang dapat meningkatkan kandungan NO_x. Mesin yang sering detonasi juga akan menyebabkan tingginya konsentrasi NO_x [9].

3.2.2 Sepeda Motor 2 Tak

Berdasarkan hasil pengukuran emisi yang telah dilakukan diperoleh kandungan emisi Nitrogen Oksida (NO dan NO₂) pada sepeda motor 2 tak sebagaimana ditunjukkan pada Gambar di bawah ini.



Gambar 4. Karakteristik emisi pada kendaraan roda dua mesin 2 tak yang diukur selama 1 menit.

Gambar 4 menunjukkan kandungan NO yang rendah diiringi oleh harga NO₂ dan SO₂ yang rendah pada mesin 135 cc. Kondisi ini menunjukkan pembakaran sempurna sehingga emisi yang dikeluarkan cukup rendah. Emisi NO₂ dan SO₂ maksimum terjadi pada mesin 200 cc. Tingginya emisi NO₂ dan SO₂ yang diiringi dengan rendahnya harga NO menunjukkan adanya kebocoran pada sistem pembuangan.

Rendahnya nilai SO₂ pada motor 4 tak dibandingkan dengan motor 2 tak dihasilkan oleh kandungan sulfur sebesar 0,02 % yang dikandung pada oli samping untuk pelumasan mesin bensin dua langkah berpendingin udara [10].

4. Kesimpulan

Dari penelitian emisi gas buang terhadap kendaraan bermotor roda dua maupun roda empat dengan sistem pembakaran dan bahan bakar berbeda yang dianalisis berdasarkan kapasitas mesin kendaraan, diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Kandungan minimum O_2 yang dihasilkan pada kendaraan roda dua 19,4 % untuk mesin 2 tak dan masih jauh dari 2 % yang merupakan standar emisi O_2 .
2. Kandungan CO_2 yang dihasilkan pada kendaraan roda dua yang diuji untuk berbagai kapasitas silinder berada di bawah 12%. Hal ini menunjukkan ada beberapa hal yang tidak tepat dalam sistem pembakaran, seperti campuran bahan bakar dengan udara kurang tepat atau ruang bakar yang kotor.
3. Tingginya emisi CO dan rendahnya nilai kandungan CO_2 pada mesin 4 tak dan 2 tak yang diuji disebabkan karena kurangnya oksigen untuk menghasilkan pembakaran yang tuntas dan sempurna atau terjadinya kebocoran pada sistem saluran buang.
4. Kondisi NO dan NO_2 yang dihasilkan meningkat dengan meningkatnya kapasitas mesin pada kendaraan roda dua.

Daftar Pustaka

- [1] Liu, H., He, K., Wang, Q., Huo, H., Lents, J., Davis, N., Nikkila, N., Chen, C., Osses, M., He, C., 2007. Comparison of vehicle activity and emission inventory between Beijing and Shanghai. *Journal of the Air & Waste Management Association* 57, 1172
- [2] Huang, C., Pan, H., Lents, J., Davis, N., Osses, M., Nikkila, N., 2005. Shanghai Vehicle Activity Study Report submitted to International Sustainable Systems Research Center.
- [3] Humainora, 2004, Kendaraan Bermotor Belum Penuhi Baku Mutu Emisi, Edisi Kompas (kamis, 10 juni 2004)
- [4] A. Asdrizas, 2008, Gelar Uji Emisi Gas Buang Roda Empat, [http://www. Riau.com](http://www.Riau.com)
- [5] J. Zaini, Dampak Polusi Udara Terhadap Kesehatan, 2008, *Inovasi Online*, ISSN: 0917-8376, Edisi Vol.10/XX/Maret 2008.
- [6] Lilik Suhariyono, Menganalisa Sendiri Hasil Gas Buang, <http://www.otomotifnet.com/otonet/>, diakses 5 Januari 2011
- [7] Bapedal, 2002, Sumber dan Standar Kesehatan Emisi Gas Buang.
- [8] Ratikno, S dan Joshapat, P, Perancangan Sistem Pengaturan Perbandingan Udara Bahan Bakar (Air Fuel Ratio) pada Mesin Pengapian Busi (Spark Ignation Engine) menggunakan metode Fuzzy,

www.its.ac.id/personal/files/pub/725-jos-ee-Ratik_Proc.pdf, diakses 15 Januari 2011

- [9] Arifuddin. Penggerak mula motor bakar torak, Univ. Gunadarma, Jakarta, 1999
- [10] [Http://www.pertamina.com/Pertamina](http://www.pertamina.com/Pertamina) Lubricants Guide, diakses 22 Januari 2011